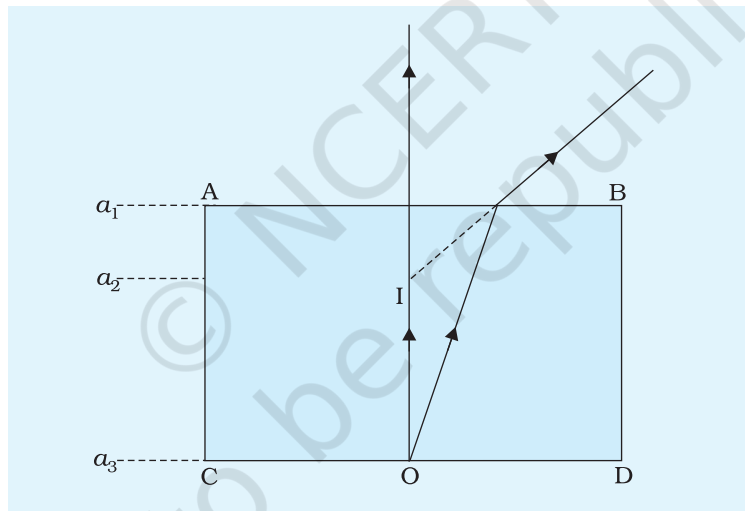
प्रयोग 14

उद्देश्य

चल सूक्ष्मदर्शी द्वारा किसी काँच के स्लैब का अपवर्तनांक ज्ञात करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

चल सूक्ष्मदर्शी, काँच का स्लैब, लाइकोपोडियम चूर्ण/चाक का चूर्ण तथा कागज़।

*चित्र **E 14.1** कांच की सिल्ली में बिंदु O के प्रतिबिंब I का बनना।*

सिद्धांत

यदि कोई काँच का स्लैब किसी क्षैतिज पृष्ठ पर हवा में रखी है तथा उसकी तली की सतह को शीर्ष (ऊपरी) सतह से देखते हैं तो, अपवर्तन की परिघटना के कारण ऊपर उठा हुआ प्रतीत होता है। काँच का स्लैब के शीर्ष (ऊपरी) पृष्ठ (सतह) से इस आभासी तली के बीच की दूरी काँच के स्लैब की आभासी मोटाई होती है। अभिलंबवत प्रेक्षण के प्रकरण में, यह दर्शाया जा सकता है कि वायु के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक,

$$n_{ga} = \frac{\text{काँच के स्लैब की वास्तविक मोटाई}}{\text{काँच के स्लैब की आभासी मोटाई}}$$

कार्यविधि

1. उपयोग किये जा रहे सूक्ष्मदर्शी के पैमाने का अल्पतमांक माप ज्ञात कीजिए।
2. कागज़ के एक शीट पर कोई चिह्न अंकित कीजिए।
3. इस कागज़ को सूक्ष्मदर्शी के क्षैतिज प्लेटफॉर्म पर रखिए। सूक्ष्मदर्शी को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि इसकी लेंस प्रणाली कागज़ पर अंकित चिह्न के ठीक ऊर्ध्वाधर ऊपर हो।
4. सूक्ष्मदर्शी को चिह्न पर फ़ोकसित कीजिए तथा मुख्य पैमाने का पाठ्यांक (MSR) तथा इसके संपाती अंश का वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक (VSR) लेकर पाठ्यांक a_1 को तालिका E 14.1 में दर्शाए अनुसार नोट कीजिए।
5. कागज़ की शीट पर बने चिह्न पर काँच का स्लैब रखिए।
6. सूक्ष्मदर्शी को उस समय तक ऊपर उठाते रहिए जब तक कि स्लैब से देखने पर कागज पर अंकित चिह्न सुस्पष्ट एवं साफ दिखायी नहीं देता। मुख्य पैमाने तथा संपाती अंश के वर्नियर पैमाने के पाठ्यांकों की सहायता से *पाठ्यांक* a_2 नोट कीजिए।
7. अब काँच के स्लैब के शीर्ष पृष्ठ पर थोड़ा सा लाइकोपोडियम चूर्ण/चाक का चूर्ण फैलाइए।
8. सूक्ष्मदर्शी की लेंस प्रणाली को ऊपर उठाइए तथा स्लैब पर बिखरे चूर्ण के कुछ कणों को सुस्पष्ट देखने के लिए सूक्ष्मदर्शी को फ़ोकसित कीजिए तथा पाठ्यांक a_3 नोट कीजिए।
9. काँच के स्लैब को उल्टा कीजिए तथा कार्यविधि के चरण 3 से 8 को दोहराइए।

प्रेक्षण

चल सूक्ष्मदर्शी का अल्पतमांक (LC) :

20 मुख्य पैमाने का अंश (MSD) = 1 cm (मान लिया)

$$\therefore \quad 1 \text{ MSD} = \frac{1}{20} \text{ cm}$$

50 वर्नियर पैमाने के भाग (VSD) = 49 MSD (मान लिया)

$$\therefore \quad 1 \text{ VSD} = \frac{49}{50} \text{ MSD} = \frac{49}{50} \times \frac{1}{20} \text{ cm}$$

सूक्ष्मदर्शी का अल्पतमांक = (1 MSD - 1 VSD)

$$= \frac{1}{20} - \frac{49}{50} \times \frac{1}{20} = \frac{1}{20} \; 1 - \frac{49}{50} \text{ cm}$$

LC = 0.001 cm

तालिका E 14.1 *काँच की स्लैब का अपवर्तनांक*

सूक्ष्मदर्शी का पाठ्यांक जब उसे फोकसित किया गया है									
क्र. सं.	कागज़ पर अंकित चिह्न पर			कांच के स्लैब से होकर चिह्न पर			कांच के पृष्ठ पर बिखरे कणों पर		
	M.S.R. M (सेमी)	V.S.R. N (सेमी)	a_1=M+ N× L.C. (सेमी)	M.S.R. M (सेमी)	V.S.R. N (सेमी)	a_2=M+ N× L.C. (सेमी)	M.S.R. M (सेमी)	V.S.R. N (सेमी)	a_3=M+ N× L.C. (सेमी)
1									
2									
3									

परिकलन

काँच के स्लैब के पदार्थ (काँच) का वायु के सापेक्ष अपवर्तनांक, n_{ga}

$$n_{ga} = \frac{\text{स्लैब की वास्तविक मोटाई}}{\text{स्लैब की आभसी मोटाई}} = \frac{a_1 - a_3}{a_1 - a_2} = \frac{b}{c} \quad \text{(मान लिया)}$$

प्रेक्षणों के दो समुच्चयों के लिए n_{ga} परिकलित करने के पश्चात् n_{ga} का औसत मान ज्ञात कीजिए।

त्रुटि

n_{ga} की माप में आकलित अनिश्चितता है

$$\frac{\Delta n_{ga}}{n_{ga}} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} \qquad \text{(E 14.1)}$$

जहाँ $$\frac{\Delta b}{b} = \frac{\Delta a_1}{a_1} + \frac{\Delta a_3}{a_3} \qquad \text{(E 14.2)}$$

और $$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta a_1}{a_1} + \frac{\Delta a_2}{a_2} \qquad \text{(E 14.3)}$$

समीकरण **E 14.1** से

$$\frac{\Delta n_{ga}}{n_{ga}} = \frac{2\Delta a}{b} + \frac{2\Delta a}{c}$$

अथवा $$\Delta n_{ga} = 2n_{ga}\left(\frac{\Delta a}{b} + \frac{\Delta a}{c}\right)$$

Δa = सूक्ष्मदर्शी का अल्पतमांक माप, इसलिए यही a_1, a_2 तथा a_3 की माप में अनिश्चितता है।

दो प्रेक्षणों से प्राप्त की त्रुटियों Δn_{ga} के अधिकतम मान को परिणाम के साथ प्रायोगिक त्रुटि के रूप में लिखा जाना चाहिए।

परिणाम

स्लैब के काँच का वायु के सापेक्ष अपवर्तनांक $n_{ga} \pm \Delta n_{ga} = \ldots \pm \ldots$

n_{ga} काँच का वायु के सापेक्ष अपवर्तनांक का औसत मान है।

सावधानियाँ

1. सूक्ष्मदर्शी को फ़ोकसित करने के लिए उपयोग किये जाने वाले पेंच को केवल एक ही दिशा में घुमाना चाहिए ताकि *पश्चगमन त्रुटि* से बचाव हो सके।
2. एक बार सूक्ष्मदर्शी को पहले पाठ्यांक अर्थात्, a_1 के लिए फोकसित कर लेने के बाद लेंस प्रणाली की फोकसन व्यवस्था में अनुवर्ती पाठयांकों अर्थात् a_2 तथा a_3 के लिए कोई परिवर्तन/फेरबदल नहीं करना चाहिए।
3. काँच के स्लैब को क्षैतिज पृष्ठ पर रखना चाहिए।
4. वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक लेते समय वर्नियर पैमाने के संपाती अंश को पढ़ने में होने वाली त्रुटि से बचाव के लिए हैंड लेंस/आवर्धक लेंस का उपयोग करना चाहिए।

त्रुटियों के स्रोत

1. हो सकता है कि सूक्ष्मदर्शी की स्थिति काँच के स्लैब के पृष्ठ के अभिलंबवत न हो।
2. यदि काँच के स्लैब पर फैली लाइकोपोडियम चूर्ण / चाक चूर्ण की परत मोटी है तो यह वास्तव में काँच के स्लैब के शीर्ष पृष्ठ को निरूपित नहीं करेगी और इससे परिणाम में त्रुटि उत्पन्न हो जाएगी।

परिचर्चा

1. यदि आप जल से भरी बाल्टी की तली में रखे सिक्के को उठाने का प्रयास करेंगे तो आपको वास्तविक गहराई तथा आभासी गहराई का अनुभव होगा।
2. उस स्थिति पर विचार कीजिए जिसमें किसी बिंब से आने वाली किरणें काँच के स्लैब पर तिरछी पड़ती है। इस स्थिति में क्या आप n_{ga} के लिए कोई गणितीय व्यंजक प्राप्त कर सकते हैं?

24/04/2018

स्व-मूल्यांकन

1. यदि किसी रंगहीन काँच के स्लैब को किसी समान अपवर्तनांक के पारदर्शी द्रव में डुबो दें, तो क्या वह दृष्टिगोचर होगी? इसका कारण बताइए।

2. आपके पास समान विस्तार के तीन स्लैब हैं– पहला खोखला है और पूर्णत: जल से भरा है, दूसरा क्राउन ग्लास का बना है तथा तीसरा फ्लिंट ग्लास का बना है। यदि इन सबकी तली में कोई रंगीन चिह्न अंकित है, तो इनमें से कौन सा चिह्न सबसे अधिक उठा हुआ प्रतीत होगा?

दिया है कि $n_{\text{फ्लिन्ट}} > n_{\text{क्राउन}} > n_{\text{जल}}$

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

ऊपर वर्णन की गयी विधि का उपयोग सामान्यत: उपलब्ध पारदर्शी द्रवों का अपवर्तनांक ज्ञात करने के लिए कीजिए। इसके लिए आप पतले काँच का बीकर ले सकते हैं।

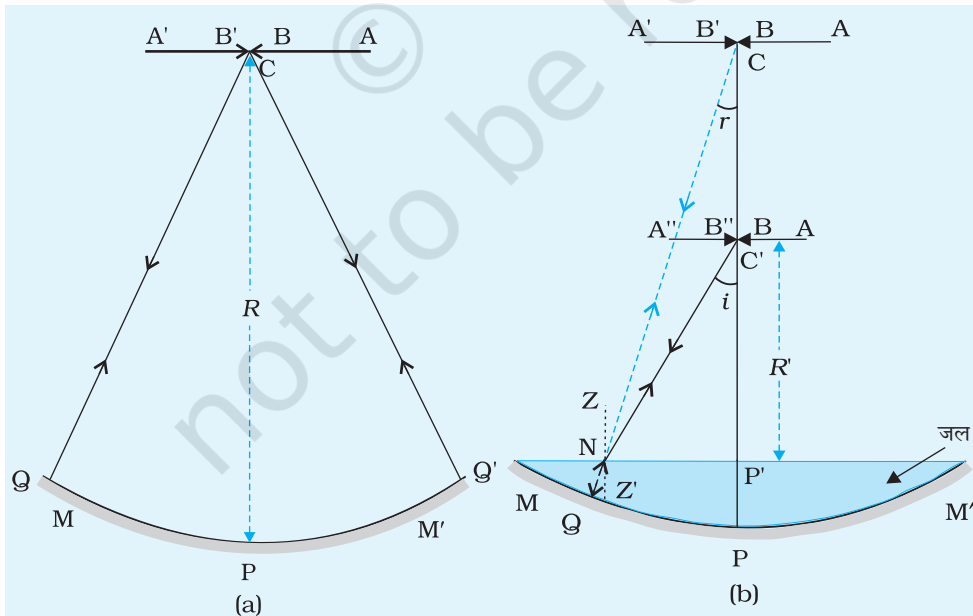
प्रयोग 15

उद्देश्य

(i) अवतल दर्पण, (ii) उत्तल लेंस एवं समतल दर्पण का उपयोग करके किसी द्रव (जल) का अपवर्तनांक ज्ञात करना।

(i) अवतल दर्पण द्वारा जल का अपवर्तनांक ज्ञात करना

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

कम द्वारक तथा अधिक फ़ोकस दूरी का अवतल दर्पण, जल, दृढ़ आधार तथा क्लैंप व्यवस्था का एक प्रयोगशाला स्टैंड (जिसकी ऊँचाई अवतल दर्पण की फ़ोकस दूरी के दो गुने से अधिक होनी चाहिए), पिन, मीटर स्केल, स्पिरिट लेविल, साहूल-सूत्र, तथा कुछ छोटे कार्क के टुकड़े।

चित्र E 15.1 अवतल दर्पण MM′ द्वारा उसके वक्रता केंद्र पर रखे किसी बिंब AB के प्रतिबिंब A′B′ का बनना। (a) दर्पण जल के बिना (b) दर्पण कुछ जल सहित।

सिद्धांत

जब कोई बिंब किसी अवतल दर्पण MM' के परावर्ती पृष्ठ के सामने उसकी वक्रता त्रिज्या R की दूरी के बराबर दूरी पर रखा होता है, तो उसका वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिंब वक्रता केंद्र पर ही बनता है, अर्थात्, $u = v = R =$ दूरी PC; यहां P दर्पण का ध्रुव है [चित्र E15.1(a)]। इस प्रकार अवतल दर्पण के वक्रता केंद्र C की स्थिति का

पता तीक्ष्ण पिन की नोक तथा अवतल दर्पण द्वारा बने उसके वास्तविक उल्टे प्रतिबिंब के बीच पैरेलैक्स दूर करके लगाया जा सकता है।

चित्र E15.1(b) में अवतल दर्पण के वक्रता केंद्र C′ की उस अवस्था में स्थिति दर्शायी गयी है जब उसमें आंशिक रूप से कोई पारदर्शी द्रव (जैसे जल) भरा है। इस प्रकरण में बिंब पिन तथा इस पिन के प्रतिबिंब के बीच पैरेलैक्स, दर्पण के ध्रुव P से अपेक्षाकृत कुछ कम दूरी पर दूर हो जाएगा। आपतित किरण C′N जल-वायु सीमा पर पथ NM के अनुदिश इस प्रकार अपवर्तित होती है कि यह दर्पण के वक्र परावर्ती पृष्ठ के बिंदु M पर अभिलंबवत आपतित हो जाती है। परावर्तित किरण अपने पथ MN के अनुदिश जल में वापस लौटती है और NC के अनुदिश बढ़ाए जाने पर अक्ष से यह बिंदु C पर मिलती है। वास्तव में, वायु में परावर्तित किरण NC′ के अनुदिश गमन करती है। इस प्रकार C′ पर वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब बनता है। अतः, दूरी PC′ जल भरे अवतल दर्पण की आभासी वक्रता त्रिज्या R' हुई।

चित्र E 15.1(b) में आपतित किरण C′N का जल में अपवर्तन दर्शाया गया है। मान लीजिए ZZ' जल के पृष्ठ पर अभिलंब है। $\angle ZNC'$ तथा $\angle ZNC$ क्रमशः आपतन कोण i तथा अपवर्तन कोण r हैं। ज्यामितीय तर्कों के आधार पर स्पष्ट है कि $\angle i = \angle NC'P$ तथा $\angle r = \angle NCP$ है। इस प्रकार वायु के सापेक्ष जल का अपवर्तनांक n_{wa} दिया जा सकता है–

$$n_{wa} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{NP'/NC'}{NP'/NC} = \frac{NC}{NC'}$$

बहुत छोटे द्वारक तथा बड़ी वक्रता त्रिज्या के दर्पण के लिए NC तथा NC′ दूरियों को क्रमशः PC तथा P′C′ के सन्निकट ले सकते हैं। साथ ही, यदि दर्पण में जल की बहुत कम मात्रा ली गयी है तो PC तथा PC′ की तुलना में दूरी PP′ की उपेक्षा की जा सकती है। इस प्रकार,

$$n_{wa} = \frac{PC}{PC'} = \frac{R}{R'}$$

इस प्रकार, इस विधि का उपयोग करके किसी पारदर्शी द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात किया जा सकता है।

कार्यविधि

1. किसी दूरस्थ बिंब के प्रतिबिंब को फोकसित करके अवतल दर्पण की सन्निकट फ़ोकस दूरी ज्ञात कीजिए। इसे ज्ञात करने के लिए सूर्य अथवा किसी वृक्ष का स्पष्ट प्रतिबिंब किसी समतल दीवार अथवा कागज़ की शीट पर प्राप्त कर तथा फिर दर्पण एवं प्रतिबिंब के बीच की दूरी को मापकर किया जा सकता है। यह दूरी अवतल दर्पण की सन्निकट फ़ोकस दूरी f होती है। इस फोकस दूरी की दोगुनी दूरी दर्पण की वक्रता त्रिज्या का सन्निकट मान होता है।

24/04/2018

नोट : *अवतल दर्पण में सूर्य का प्रतिबिंब मत देखिए क्योंकि ऐसा करने पर आपकी आँखें क्षतिग्रस्त हो सकती हैं।*

2. दिये गये अवतल दर्पण को इसका परावर्ती पृष्ठ उपरिमुखी रखते हुए प्रयोगशाला स्टैंड के दृढ़ तथा स्थायी आधार पर रखिए। स्पिरिट लेवल की सहायता से यह सुनिश्चित कीजिए कि जिस आधार पर दर्पण टिका है वह क्षैतिज है। ऐसा करने पर दर्पण का मुख्य अक्ष ऊर्ध्वाधर बन जाता है। स्टैंड पर दर्पण की स्थिति को स्थायी बनाने के लिए कागज़, प्लास्टिसिन अथवा कार्क के टुकड़ों का उपयोग किया जा सकता है।

3. क्लैंप में एक तीक्ष्ण नोंक का चमकीला पिन लगाकर इसे दर्पण के ठीक ऊपर क्षैतिज रूप से रखिए। पिन की स्थिति को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि पिन की नोंक B दर्पण के ध्रुव P के ठीक ऊपर हो अथवा दर्पण के मुख्य अक्ष पर स्थित हो।

4. क्लैंप लगे हुए पिन को प्रयोगशाला स्टैंड पर रखे दर्पण के ध्रुव P से अवतल दर्पण की सन्निकट फोकस दूरी (चरण 1 में प्राप्त) की दोगुनी दूरी के लगभग बराबर दूरी पर स्थानांतरित कीजिए। एक बार फिर यह सत्यापित कीजिए कि पिन की नोंक तथा ध्रुव P एक ऊर्ध्वाधर रेखा के अनुदिश (दर्पण के मुख्य अक्ष) हों।

5. पिन की स्थिति को पिन की नोंक तथा इसके उल्टे प्रतिबिंब के बीच पैरेलैक्स दूर होने तक समायोजित कीजिए।

6. साहुल सूत्र तथा मीटर स्केल की सहायता से पिन की नोंक तथा दर्पण के बीच की ऊर्ध्वाधर दूरी मापिए। यह दूरी दर्पण की वास्तविक वक्रता त्रिज्या होगी।

7. दर्पण के वक्र पृष्ठ पर कुछ जल डालिए।

8. पिन को धीरे-धीरे नीचे लाते हुए एक बार फिर पिन की नोंक तथा जल से भरे दर्पण द्वारा बने पिन के उल्टे प्रतिबिंब के बीच पैरेलैक्स दूर कीजिए।

9. दर्पण से जल को हटाइए तथा पिन की नोंक तथा दर्पण के बीच की ऊर्ध्वाधर दूरी मापिए। यह दूरी जल भरे दर्पण की आभासी वक्रता त्रिज्या होगी।

10. प्रयोग की कार्यविधि को 2 से 9 तक के चरणों को कम से कम दो बार और दोहराइए।

प्रेक्षण

1. अवतल दर्पण की फ़ोकस दूरी का सन्निकट मान, $f = \ldots$ cm

2. अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या का सन्निकट मान, $R = 2f = \ldots$ cm

तालिका E 15.1 R, R' तथा n_{wa} के लिए प्रेक्षण

क्र. सं.	ध्रुव P के सापेक्ष पिन की स्थिति		$n_{wa} = R/R'$	Δn_{wa}
	खाली अवतल दर्पण के लिए दूरी PC R (cm)	जल भरे अवतल दर्पण के लिए दूरी PC′ R' (cm)		
1				
2				
3				
			औसत	

परिकलन

n_{wa} तथा इसके औसत मान परिकलित कीजिए।

त्रुटि

$$\frac{\Delta n_{wa}}{n_{wa}} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta R'}{R'}$$

$$\therefore \Delta n_{wa} = \left(\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta R'}{R'}\right) n_{wa}$$

परिणाम

वायु के सापेक्ष जल का अपवर्तनांक है $n_{wa} \pm \Delta n_{wa} = \ldots \pm \ldots$

n_{wa} औसत मान है तथा Δn_{wa} त्रुटि के तीन मानों का अधिकतम है।

सावधानियाँ

1. पिन क्षैतिज होना चाहिए तथा उसे क्षैतिजत: रखे अवतल दर्पण के परावर्ती वक्र पृष्ठ के ऊपर इस प्रकार स्थिति होना चाहिए कि पिन की नोक दर्पण के ध्रुव के ठीक ऊपर इसके ऊर्ध्वाधर मुख्य अक्ष पर हो।
2. दर्पण का द्वारक छोटा होना चाहिए।
3. दर्पण काफी पतला होना चाहिए अन्यथा बहुल परावर्तनों के कारण प्रतिबिंब अस्पष्ट बनेगा।
4. दर्पण में काफी जल भरना चाहिए ताकि दर्पण में जल का पृष्ठ क्षैजित रहे, अन्यथा पृष्ठ तनाव के कारण जल का पृष्ठ क्षैतिज नहीं रहेगा।
5. आँख को पिन से 25 cm से अधिक दूरी पर रखना चाहिए।

त्रुटियों के स्त्रोत

हो सकता है कि P से C को मिलाने वाली रेखा ऊर्ध्वाधर न हो।

परिचर्चा

1. यदि जल के अपवर्तनांक को विभिन्न वक्रता त्रिज्या के अवतल दर्पणों का उपयोग करके ज्ञात किया जाये, तो यह अपवर्तनांक के मानों को किस प्रकार प्रभावित करेगा?

2. PC तथा PC′ के यथार्थ मान ज्ञात करने के लिए साहुल सूत्र का उपयोग किया जा सकता है। साहुल सूत्र किस प्रकार परिशुद्ध माप सुनिश्चित करता है?

स्व-मूल्यांकन

1. इस प्रयोग द्वारा जल का अपवर्तनांक यह मानकर ज्ञात कीजिए कि जल भरा अवतल दर्पण *समतलोत्तल* लेंस तथा अवतल दर्पण के संयोजन की भाँति व्यवहार करता है।

2. यदि आप दर्पण में जल डालते समय कुछ बूँदों से आरंभ करके जल की मात्रा धीरे-धीरे बढाएँ तो क्या आप प्रतिबिंब की स्थिति अथवा इसकी चमक में किसी परिवर्तन की अपेक्षा करेंगे?

3. यदि जल की पारदर्शिता बनाये रखते हुए उसमें कोई रंग मिला दें, तो क्या इससे जल के अपवर्तनांक के मान तथा प्रतिबिंब की तीव्रता पर कोई प्रभाव पड़ेगा?

4. यदि जल से हल्के किसी पारदर्शी द्रव (जैसे किरोसिन) की कुछ अल्प मात्रा जल में मिला दी जाए जिससे यह जल के पृष्ठ पर एक पतली फिल्म बना लें, तब भी क्या यह प्रयोग किया जा सकता है? यदि ऐसा है, तो क्या अपवर्तनांक का मान परिवर्तित हो जाएगा?

सुझाए गये अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. विभिन्न द्रवों (सफेद सिरका, किरोसिन, ग्लिसरीन, खाद्य तेल) के अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।

2. एक टेबल लैंप लेकर उसे विभिन्न रंगों के सैलोफ़ेन कागज़ से ढककर एक अवतल दर्पण का उपयोग करते हुए किसी द्रव (जैसे-जल) का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए? क्या आप द्रव के अपवर्तनांक के मान में कुछ अंतर पाते है?

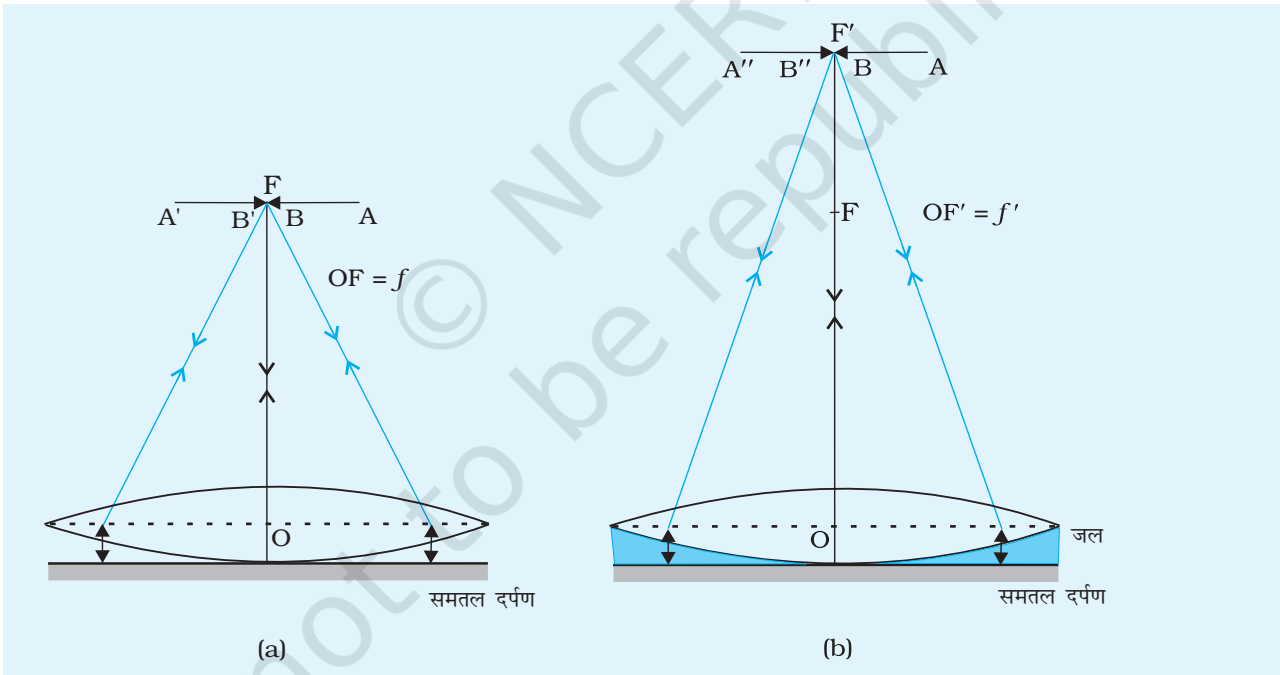
3. नमक / चीनी के विलयनों के अपवर्तनांक में सांद्रता में परिवर्तन के साथ होना वाले परिवर्तन का अध्ययन कीजिए।

(ii) उत्तल लेंस एवं समतल दर्पण द्वारा जल का अपवर्तनांक ज्ञात करना

उपकरण एवं आवश्यक सामग्री

उभयोत्तल लेंस (फोकस दूरी लगभग 20 सेमी), समतल दर्पण (साइज़ में उत्तल लेंस के द्वारक से बड़ा), प्रयोगशाला स्टैंड जिस पर क्लैंप में पिन कसा हो, मीटर स्केल, साहुल सूत्र, जल ड्रॉपर।

सिद्धांत

इस विधि में, उत्तल लेंस के मुख्य फोकस बिंदु पर स्थित बिंब और इसका वास्तवित एवं उल्टा प्रतिबिंब संपाती होते हैं। उत्तल लेंस के मुख्य फोकस f पर स्थित पिन AB से निकली किरणें लेंस से मुख्य अक्ष के समांतर निर्गत होती हैं। जब ये किरणें उत्तल लेंस के नीचे क्षैतिजत: स्थित समतल दर्पण पर अभिलंबवत आपतित होती हैं तो परावर्तित होकर वे अपने पूर्व पथ पर गमन करके लेंस के मुख्य फोकस तल पर वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिंब A′B′ बनाती हैं

चित्र E 15.2 *किसी समोत्तल लेंस, जिसके नीचे समतल दर्पण रखा है, के द्वारा बना प्रतिबिंब, बिंब AB के साथ संपाती होते दर्शित। हुए। (a) प्रतिबिंब A′ B′ जब लेंस तथा दर्पण के बीच वायु है; (b) प्रतिबिंब A″ B″ जब लेंस तथा दर्पण के बीच जल है।*

[चित्र 15.2 (a)]। प्रतिबिंब A′ B′ का साइज़ बिंब पिन AB के बराबर होता है तथा पिन की नोक द्वितीय मुख्य फ़ोकस की स्थिति प्रदान करती है। तब f(OF) उत्तल लेंस (पतले लेंस के लिए) की फ़ोकस दूरी है जबकि O लेंस का प्रकाशिक केंद्र है।

अब यदि लेंस तथा समतल दर्पण के बीच के स्थान में कोई पारदर्शी द्रव (जैसे जल), जिसका अपवर्तनांक n_{wa} है, भरा है तथा नयी स्थिति में प्रयोग की उपरोक्त विधि को मुख्य फ़ोकस f की स्थिति ज्ञात करने के लिए दोहराया जाता है तो लेंस के प्रकाशिक केंद्र O तथा बिंदु F′ के बीच की दूरी अर्थात् OF′ (मान लीजिए f') दो लेंसों के संयोजन की फ़ोकस दूरी होगी। यह संयोजन काँच के उत्तल लेंस (जिसके दोनों वक्र पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या समान R है) तथा जल के समतल-अवतल लेंस जिसकी वक्रता त्रिज्या R समान है, मिलकर बना है। जल के लेंस की फ़ोकस दूरी f_w को तीन फोकस f', f तथा f_w दूरियों के बीच संबंध से ज्ञात किया जा सकता है, अर्थात्

(E 15.1)
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f_w}$$

(E 15.2)
$$\frac{1}{f_w} = \frac{f - f'}{f\,f'}$$

परंतु चिह्न परिपाटी से : $f = +\text{ve}$, $f' = +\text{ve}$, हमें $f_w = -\text{ve}$ प्राप्त होता है

$$f_w = \frac{f\,f'}{f - f'}$$

परंतु समतल-अवतल लेंस के लिए लेंस मेकर सूत्र से

(E 15.3)
$$\frac{1}{f_w} = (n_{wa} - 1)\frac{1}{R}$$

इसलिए, $$R = (n_{aw} - 1)\frac{f\,f'}{f - f'}$$

अत:

(E 15.4)
$$n_{wa} = 1 + \frac{R}{f_w}$$

प्रयोगशाला पुस्तिका भौतिकी, कक्षा XI, (एनसीईआरटी) प्रयोग 3- में अपनायी गयी कार्यविधि द्वारा (स्फ़ेरोमीटर का उपयोग करके) गोलीय पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या R ज्ञात की जा सकती है तथा n_{wa} के परिकलन के लिए समीकरण E 15.4 का उपयोग किया जा सकता है।

अत: इस विधि का उपयोग करके पारदर्शी द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात किया जा सकता है।

कार्यविधि

1. समतल दर्पण के परावर्ती पृष्ठ को उपरिमुखी रखते हुए दृढ़ प्रायोगिक स्टैंड के आधार पर रखिए।

2. समतल दर्पण के ऊपर उत्तल लेंस रखिए।

3. क्लैंप में एक नुकीला तथा चमकीला पिन लगाकर इसे लेंस के ऊपर क्षैतिज रूप से रखिए। पिन की स्थिति को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि इसकी नोक B उत्तल लेंस के प्रकाशिक केंद्र के ऊर्ध्वाधर ऊपर हो। इस समायोजन के लिए साहुल सूत्र तथा स्पिरिट लेवल का उपयोग किया जा सकता है।

4. क्लैंप में लगे पिन को इसका प्रतिबिंब देखते हुए धीरे-धीरे ऊपर उठाइए तथा इसे उस ऊँचाई पर लाइए कि पिन की नोक B इसके प्रतिबिंब की नोक B′ के ठीक संपाती हो जाये। यह सुनिश्चित कीजिए कि बिंब पिन तथा इसके प्रतिबिंब के बीच कोई पैरेलैक्स न हो। दूरी OF को मापिए [चित्र E 15.2 (a)]। इसके लिए, लेंस के ऊपरी तथा निचले दोनों ही पृष्ठों से पिन की दूरियाँ मापिए तथा इन दोनों दूरियों के औसत मान को OF $= f$ के रूप में लीजिए।

5. एक ड्रॉपर की सहायता से लेंस के नीचे कुछ बूँद जल की डालिए ताकि दर्पण तथा लेंस के बीच के रिक्त स्थान में जल भर जाए।

6. बिंब पिन को ऊपर की ओर स्थानांतरित करते हुए बिंब पिन की नोक तथा लेंस-दर्पण निकाय द्वारा बने इसके प्रतिबिंब की नोक के बीच पैरेलैक्स दूर कीजिए। दूरी OF′ मापिए [चित्र E 15.2 (b)]। इस बार भी पहले की ही भाँति लेंस के दोनों पृष्ठों से पिन की नोक तक की दूरी मापिए तथा OF′ $= f'$ को उनके औसत के रूप में लीजिए।

7. प्रयोग को दोहराए तथा तालिका E 15.2 में अपने प्रेक्षणों को लिखिए।

प्रेक्षण

1. स्फेरोमीटर के दो पादों के बीच की दूरी का औसत मान $l = \ldots$ cm
2. सैजिटा (लेंस का उभार) का औसत मान $h = \ldots$ cm
3. लेंस की वक्रता की त्रिज्या का औसत मान $R = \ldots$ cm

तालिका E 15.2 उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी, OF = (=f) तथा जल का बना समतलोत्तल लेंस OF = (=f)

क्र. सं.	प्रकाशिक केन्द्र O के सापेक्ष बिम्ब की स्थिति						$f_w = \frac{f\,f'}{f - f'}$	Δf_w	n_{wa}	Δn_{wa}
	जल के बिना (OF $=f$) पिन की दूरी			जल सहित (OF′ $=f'$) पिन की दूरी						
	लेंस की ऊपरी सतह d_1 (सेमी)	समतल दर्पण d_2 (सेमी)	$\frac{d_1+d_2}{2}$ f (सेमी)	लेंस की ऊपरी सतह d_3 (सेमी)	समतल दर्पण d_4 (सेमी)	f' (सेमी)				
1										
2										
3										
							औसत			

परिकलन

$$n_{wa} = 1 + \frac{R}{f_w}$$

त्रुटि

$$\frac{\Delta n_{wa}}{n_{wa}} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta f_w}{f_w}$$

अथवा $\Delta n_{wa} = n_{wa}\left(\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta f_w}{f_w}\right)$

जहाँ $\Delta R = R\left(\frac{2\Delta l}{l} + \frac{2\Delta h}{h}\right)$ *

Δf_w का मान प्राप्त करने के लिए हम समीकरण E 15.1 का प्रयोग करते हैं।

$$\frac{\Delta f_w}{f_w^2} = \frac{\Delta f}{f^2} + \frac{\Delta f'}{f'^2}$$

अथवा, $\Delta f_w = f_w^2\left(\frac{\Delta f}{f^2} + \frac{\Delta f'}{f'^2}\right)$

ध्यान दीजिए, यहाँ Δl, Δh, Δf तथा $\Delta f'$ मापक पैमाने के अल्पतमांक हैं।

परिणाम

वायु के सापेक्ष दिये गये द्रव (जल) का अपवर्तनांक है, $n_{wa} \pm \Delta n_{wa} = \ldots \pm \ldots$

यहाँ n_{wa} औसत मान है तथा Δn_{wa} त्रुटि के तीन मानों का अधिकतम है।

सावधानियाँ

1. बिंब पिन को क्षैतिज रखना चाहिए तथा इसकी नोक लेंस के प्रकाशिक केंद्र के ठीक ऊपर लेंस के ऊर्ध्वाधर मुख्य अक्ष पर होनी चाहिए, अन्यथा पैरेलैक्स दूर कर पाना कठिन होगा।
2. पतले लेंस का उपयोग करना चाहिए ताकि इसके पृष्ठ से मापी गयी दूरी इसके प्रकाशिक

* कृपया प्रयोगशाला पुस्तिका भौतिकि, कक्षा XI (एनसीईआरटी) प्रयोग – 3 देखिए

केंद्र से मापी गयी दूरी के लगभग बराबर हो। ऐसा होने पर भी यह श्रेयस्कर होगा कि दोनों पृष्ठों से दूरियों को मापकर ही f अथवा f' के औसत मान लिए जाएं।

3. लेंस तथा दर्पण के बीच जल को धीरे से ड्रॉपर द्वारा ही डालना चाहिए ताकि इन दोनों के बीच के रिक्त स्थान को लेंस की स्थिति में बिना कोई परिवर्तन किये सरलता से भरा जा सके।

त्रुटियों के स्त्रोत

1. यह संभव है कि उत्तल लेंस के दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ समान न हों।
2. यह संभव है कि समतल दर्पण क्षैतिज न हो।

परिचर्चा

1. उपयोग किया जाने वाला उत्तल लेंस पतला होना चाहिए। यदि मोटे लेंस का उपयोग करें तो इसका परिणाम पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
2. साहुल सूत्र यह सुनिश्चित करने में किस प्रकार प्रभावी होता है कि प्रकाश किरणें लेंस से अपवर्तन तथा दर्पण से परावर्तन के पश्चात् अपने पथ का पुन: रेखण करती हैं। मुख्य अक्ष को ऊर्ध्वाधर से कुछ कोण पर रखकर समतल दर्पण को क्षैतिज से कुछ कोण बनाते हुए दर्शाकर उचित आरेख खींचिए।

स्व-मूल्यांकन

1. यदि आपको कम .फ़ोकस दूरी का उत्तल लेंस दिया जाए तो क्या होगा?
2. इस प्रयोग को करते समय आपने क्या मूल पूर्वधारणाएँ बनायी हैं?
3. दर्पण तथा लेंस के बीच के स्थान को जल से भरने के पश्चात् हमें बिंब पिन को ऊपर क्यों उठाना पड़ता है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. इस विधि द्वारा जल के अतिरिक्त अन्य किसी पारदर्शी द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।
2. किसी विलयन की सांद्रता में परिवर्तन करके उसे लेंस तथा दर्पण के बीच रखकर सांद्रता का अपवर्तनांक पर प्रभाव का अध्याय कीजिए।
3. समतल दर्पण की सहायता से दिये गये उत्तल लेंस की .फ़ोकस दूरी मापिए। अब समतल दर्पण को किसी ऐसे उत्तल दर्पण से प्रतिस्थापित कीजिए जिसकी वक्रता त्रिज्या समतल दर्पण के बराबर हो तथा लेंस की .फ़ोकस दूरी ज्ञात करने के लिए प्रयोग को दोहराए। उपयुक्त किरण आरेख खींचिए।

24/04/2018

प्रयोग 16

उद्देश्य

अग्रदिशिक बायस तथा पश्चदिशिक बायस में किसी *p-n* संधि के लिए *I-V* अभिलाक्षणिक वक्र आरेखित करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

p-n संधि डायोड (OA-79 अथवा IN4007), (3Ω, 1/2W) मान का एक प्रतिरोधक, परिवर्ती वोल्टता विद्युत प्रदाय (0–12*V*), वोल्टमीटर (0–12*V*), मिलीऐमीटर (0 – 200 mA), प्लग कुंजी, संयोजक तार, रेगमाल, माइक्रोऐमीटर (0-200 μA)।

पद तथा परिभाषाएं

1. *अग्रदिशिक बायस* – जब किसी p-n संधि डायोड पर कोई बाह्य वोल्टता इस प्रकार अनुप्रयुक्त की जाती है कि डोयड का p- फलक उसके n- फलक के सापेक्ष उच्च विभव पर हो, तो उसे अग्रदिशिक बायसित या अग्रबायसित कहते हैं।

2. *देहली वोल्टता (threshold voltage) अथवा "कट-इन" वोल्टता* – जब p-फलक को बैटरी के धन टर्मिनल से संयोजित करके वोल्टता में वृद्धि की जाती है, तो आरंभ में अनुप्रयुक्त वोल्टता के एक सुनिश्चित मान तक पहुंचने तक नगण्य धारा प्रवाहित होती है। एक अभिलाक्षणिक वोलटता के बाद डायोड बायस वोल्टता में थोड़ी-सी ही वृद्धि करने से डायोड धारा में सार्थक (चरघातांकी) वृद्धि हो जाती है। यह वोल्टता डायोड की देहली वोल्टता या कट-इन वोल्टता कहलाती है।

3. *पश्चदिशिक बायस* – जब किसी p-n संधि डायोड का n-क्षेत्र उसके p-क्षेत्र के सापेक्ष उच्च विभव पर होता है, तो उसे पश्चदिशिक बायसित कहा जाता है। पश्चदिशिक बायस में p-n संधि डायोड का p-फलक बैटरी के ऋण टर्मिनल से संयोजित होता है।

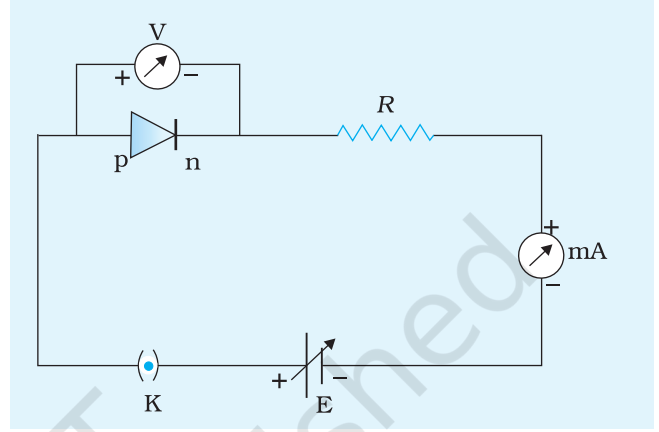
4. *प्रतीप संतृप्त धारा* – जैसे ही पश्चदिशिक बायस की स्थिति में अनुप्रयुक्त वोल्टता में वृद्धि की जाती है, शून्य से आरंभ होकर धारा के मान में वृद्धि होती है, परंतु वह शीघ्र ही नियत हो जाती है। यह धारा अति अल्प (कुछ माइक्रोऐम्पियर) होती है। इस धारा को प्रतीप संतृप्त धारा कहते हैं।

कार्यविधि

1. दिए गए वोल्टमीटर (V), मिलीऐमीटर (mA) तथा माइक्रोऐमीटर (μA) के परिसर तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।

2. रेगमाल द्वारा संयोजक तारों एवं डायोड के दोनों सिरों के चालक पृष्ठों से रोधी आवरणों को हटाकर साफ कीजिए।

3. परिवर्ती वोल्टता विद्युत प्रदाय, *p-n* संधि डायोड, वोल्टमीटर, मिलीऐमीटर, प्रतिरोधक तथा प्लग कुंजी को परिपथ में चित्र E 16.1 में दर्शाए अनुसार संयोजित कीजिए।

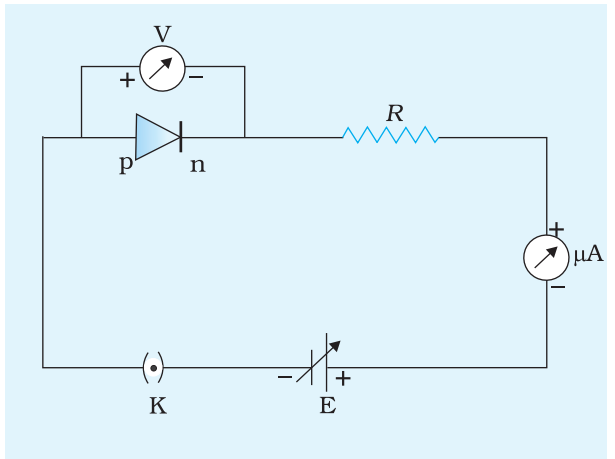
4. आरंभ में, जब कुंजी खुली है, तो इस स्थिति में आप यह पाएंगे कि परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नहीं हो रही है। अब कुंजी में प्लग लगाइए।

चित्र E 16.1 *p-n संधि डायोड का अग्रदिशिक बायसन*

5. विद्युत प्रदाय की घुण्डी को धीरे से घुमाकर परिपथ को एक अल्प वोल्टता प्रदान कीजिए। डायोड के सिरों के बीच वोल्टता तथा इसके तदनुरूपी डायोड में प्रवाहित धारा I को ज्ञात करने के लिए मिलीऐमीटर पाठ्यांक नोट कीजिए।

6. धीरे-धीरे (चरणों में) परिपथ में अनुप्रयुक्त वोल्टता में वृद्धि कीजिए तथा तदनुरूपी वोल्टमीटर तथा मिलीऐमीटर के पाठ्यांक तालिका E 16.1 में नोट कीजिए।

   जब तक डायोड के सिरों के बीच वोल्टता इसके *कट-इन* अथवा *देहली वोल्टता* से अधिक नहीं हो जाती है, डायोड से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा उपेक्षणीय अल्प होगी। *कट-इन वोल्टता* के पश्चात् धारा में परिवर्तन तीव्र होगा।

7. जैसे ही देहली वोल्टता प्राप्त हो जाए, डायोड की वोल्टता को बहुत धीरे-धीरे (अधिमानतः 0.1V के चरणों में) परिवर्तित करते हुए तदनरूपी डायोड से प्रवाहित धारा I को नोट कीजिए। धारा के मिलीऐमीटर की सीमा तक पहुंचने तक वोल्टता में वृद्धि करते रहिए।

8. अब परिपथ को वियोजित करके पश्चदिशिक बायस अभिलाक्षणिक के लिए चित्र E 16.2 में दर्शाए अनुसार परिपथ का संयोजन कीजिए।

चित्र E 16.2 *p-n संधि डायोड का पश्चदिशिक बायसन*

p-n संधि डायोड के p-फलक को विद्युत प्रदाय के ऋण टर्मिनल से संयोजित कीजिए और मिलीऐमीटर के स्थान पर माइक्रोऐमीटर लगाइये। धीरे-धीरे, परिपथ की अनुप्रयुक्त वोल्टता में (चरणों में) वृद्धि करके वोल्टमीटर तथा माइक्रोमीटर के तदनुरूपी पाठ्यांक तालिका E 16.2 नोट कीजिए। प्रयोग के इस भाग में, प्रदत्त वोल्टता प्रदाय से आप पश्चदिशिक बायस अभिलाक्षणिक वक्र के केवल सपाट हिस्सा ही पायेंगे ।

सावधानी

डायोड के सिरों पर वोल्टता में अत्यधिक वृद्धि मत कीजिए। यदि यह डायोड की सीमा से अधिक हो जाएगी तो अतिशय धारा प्रवाह के कारण उसे क्षतिग्रस्त कर सकती है। उत्पादक द्वारा प्रदान किए गए तकनीकी आँकड़ों से डायोड से प्रवाहित हो सकने वाली अधिकतम अनुमत धारा का मान ज्ञात किया जा सकता है।

प्रेक्षण

1. उपयोग किया गया p-n संधि डायोड (डायोड संख्या) =...
2. अग्रदिशिक बायस के लिए
   (i) वोल्टमीटर का परिसर = ... V से ... V तक
   (ii) वोल्टमीटर पैमाने का अल्पतमांक = ... V
   (iii) मिलीऐमीटर पैमाने का परिसर = ...mA से ... mA तक
   (iv) मिलीऐमीटर पैमाने का अल्पतमांक = ...mA
3. पश्चदिशिक बायस के लिए
   (i) वोल्टमीटर का परिसर = ... V से ... V तक
   (ii) वोल्टमीटर पैमाने का अल्पतमांक = ... V
   (iii) माइक्रोऐमीटर पैमाने का परिसर = ... μA से ... μA तक

तालिका E 16.1: डायोड (अग्रदिशिक बायस) के सिरों पर वोल्टता में परिवर्तन के साथ अग्रधारा में परिवर्तन

क्रम संख्या	अग्र वोल्टता V_f (V)	अग्र धारा I_f (mA)
1		
2		
3		
-		
20		

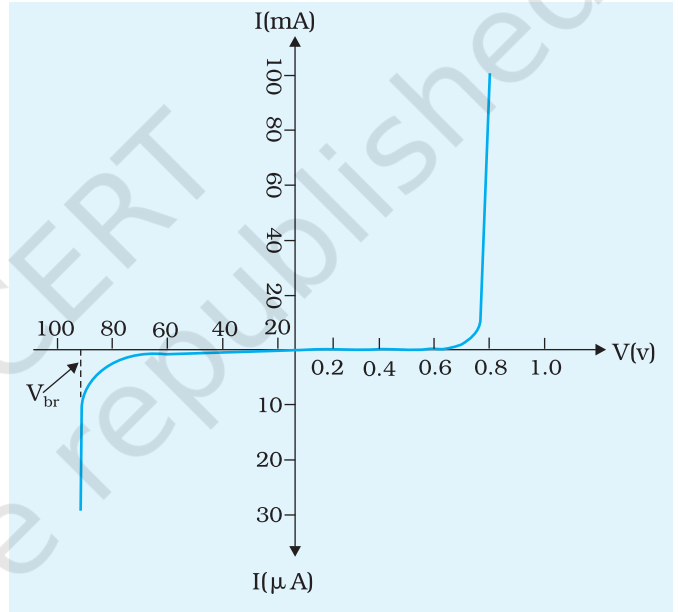
तालिका E 16.2: डायोड (पश्चदिशिक बायस) के सिरों पर वोल्टता में परिवर्तन के साथ प्रतीप धारा में परिवर्तन

क्रम संख्या	प्रतीप वोल्टता V_r (V)	प्रतीप धारा I_r (μA)
1		
2		
--		
20		

(iv) माइक्रोऐमीटर का अल्पतमांक = ... μA

ग्राफ़ आलेखन

1. धनात्मक x-अक्ष के अनुदिश डायोड के सिरों पर अग्र वोल्टता (V_f) तथा धनात्मक y-अक्ष के अनुदिश डायोड से प्रवाहित धारा (I) को लेकर ग्राफ़ आलेखित कीजिए। चित्र E16.3 में दर्शाए अनुसार ग्राफ़, एक सिलिकन डायोड का प्ररूपी अभिलाक्षणिक निरूपित करता है। जानु (knee) की स्थिति ज्ञात करके कट-इन वोल्टता ज्ञात कीजिए।

2. अब ऋणात्मक x-अक्ष के अनुदिश प्रतीप वोल्टता (V_r) तथा ऋणात्मक y-अक्ष के अनुदिश तदनुरूपी धारा (μA में) को चित्र E 16.3 में दर्शाए अनुसार आलेखित कीजिए। प्रतीप संतृप्त धारा ज्ञात कीजिए।

चित्र E 16.3 *अग्रदिशिक बायस एवं पश्चदिशिक बायस में एक सिलिकॉन डायोड का प्ररूपी I-V अभिलाक्षणिक*

परिणाम

A. दिए गए डायोड के लिए कट-इन वोल्टता का मान .....*V* है।

B. दिए गए डायोड के लिए प्रतीप संतृप्त धारा ..... μA है।

सावधानियाँ

1. दिए गए डायोड की अग्रदिशिक बायसन में अधिकतम अनुमत धारा का पता उत्पादक के विनिर्देशों से लगाइए। सावधानी बरतिए कि इस सीमा को पार नहीं करना है।
2. डायोड पर अनुप्रयुक्त अधिकतम प्रतीप वोल्टता का पता उत्पादक के विनिर्देशों से लगाइए। ध्यान रहे, यह सीमा पार नहीं करनी है।
3. यह सावधानी बरतना महत्वपूर्ण है कि डायोड के सिरों पर विभवांतर में वृद्धि धीरे-धीरे, छोटे चरणों में की जानी है। अपनी दृष्टि ऐमीटर पर रखिए तथा धारा को विर्निदिष्ट सीमा से बढ़ने मत दीजिए।

परिचर्चा

यदि आप विभिन्न डायोड (Ge अथवा Si) का उपयोग करते हैं, तो आप I-V अभिलाक्षणिक में किन परिवर्तनों का प्रेक्षण करेंगे? क्या डायोड की देहली वोल्टता/कट-इन वोल्टता डायोड की सामग्री पर निर्भर करती है?

स्व-मूल्यांकन

1. आप डायोड का प्रचालन स्विच अथवा दिष्टकारी की भांति कैसे करते हैं?
2. डायोड तथा प्रतिरोधक में क्या अंतर है?
3. यदि उच्च मान (परिपथ में संयोजित प्रतिरोधक से बड़ा) का कोई प्रतिरोधक डायोड से श्रेणीक्रम में संयोजित हो, तो I-V अभिलाक्षणिक के रैखिक क्षेत्र की प्रवणता पर टिप्पणी कीजिए।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. डायोड के श्रेणीक्रम में विभिन्न मानों के प्रतिरोधक R संयोजित करके इसी प्रयोग को संपन्न कीजिए। R में परिवर्तन होने का निम्नलिखित पर क्या प्रभाव होता है–

   (a) कट-इन वोल्टता

   (b) समान वोल्टता के लिए धारा के वास्तविक मान (R के विभिन्न मानों के लिए)

   (c) I-V अभिलाक्षणिक की आकृति
2. डायोड के स्थान पर LED लेकर समान प्रयोग को संपन्न कीजिए तथा I-V अभिलाक्षणिक आलेखित कीजिए। विभिन्न वर्णों के LED का उपयोग करने पर आप देहली वोल्टता में किस परिवर्तन का प्रेक्षण करते हैं?

प्रयोग 17

उद्देश्य

ज़ेनर डायोड के अभिलाक्षणिक वक्र को आलेखित करना तथा इसकी प्रतीप भंजन वोल्टता ज्ञात करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

p-n संधि ज़ेनर डायोड(IN758), परिवर्ती dc विद्युत प्रदाय (पावर सप्लाई) (0-15V) जिसका अल्पतमांक 0.1 V हो, माइक्रोमीटर (0-100μA), वोल्टमीटर (0-15V), 125 Ω का प्रतिरोध, उच्च प्रतिरोध धारा नियंत्रक तथा संयोजक तार।

सिद्धांत

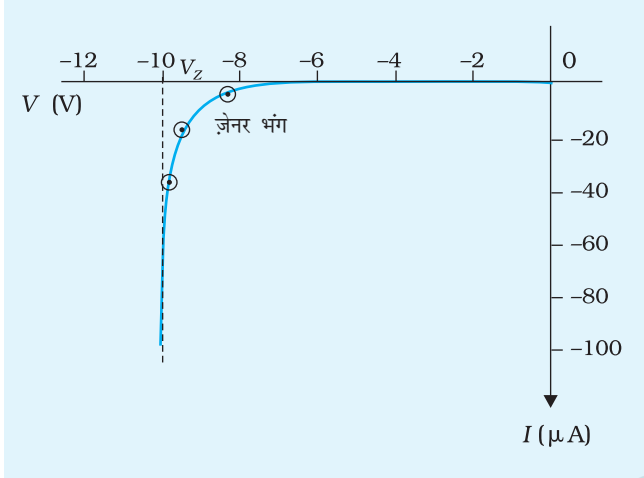
ज़ेनर डायोड तत्त्वत: p-n संधि डायोड (जिनके p- तथा n- क्षेत्र दोनों ही दिष्टकारी p-n संधि डायोड की तुलना में अत्यधिक अपमिश्रित हों) होते हैं जिनका प्रचालन प्रतीप वोल्टता अभिलाक्षणिक के भंजन क्षेत्र में किया जाता है। इन डायोडों को भंजन क्षेत्र में कार्य करने के लिए पर्याप्त शक्ति क्षय क्षमताओं सहित पूर्वनिर्दिष्ट किया जाता है। किसी संधि डायोड में निम्नलिखित दो प्रक्रियाओं के कारण भंजन हो सकता है:

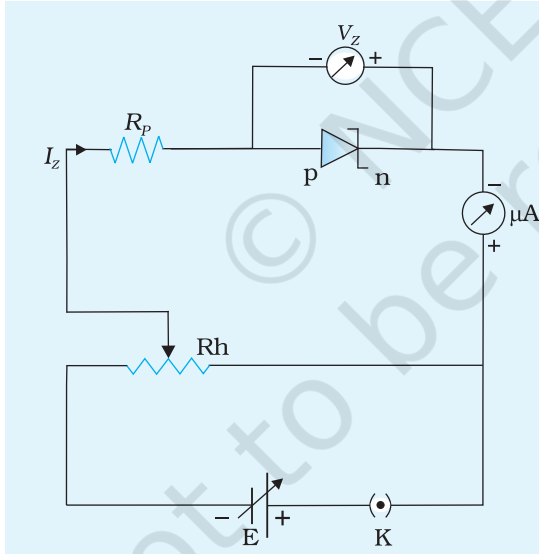
(i) ऐवेलांशी भंग

पश्चदिशिक बायस वोल्टता में वृद्धि के साथ-साथ p-n डायोड की संधि के सिरों पर विद्युत क्षेत्र में वृद्धि होती है। किसी निश्चित पश्चदिशिक बायस पर विद्युत क्षेत्र, संधि को पार करने वाले तापीय जनित वाहक को काफी उच्च ऊर्जा प्रदान करता है। यह वाहक मार्ग में आने वाले क्रिस्टलीय आयन के साथ संघट्ट करके, सहसंयोजी बॉण्ड को भंग करता है और, एक इलेक्ट्रॉन-होल युग्म बनाता है। ये वाहक अनुप्रयुक्त क्षेत्र से पर्याप्त ऊर्जा प्राप्त करके अन्य क्रिस्टल आयनों से संघट्ट करते हैं और अधिक इलेक्ट्रॉन-होल युग्म बनाते हैं। यह प्रक्रिया संचयी होती है और अत्यंत अल्पकाल में ही वाहकों का ऐवेलांशी (बौछार) उत्पन्न कर देती है। इस प्रक्रिया को ऐवेलांशी गुणन कहते हैं जिसके कारण वृहत् प्रतीप धारा उत्पन्न होती है और यह कहा जाता है कि डायोड ऐवेलांशी भंग के क्षेत्र में कार्यरत है।

(ii) ज़ेनर भंग

ज़ेनर डायोड में n-फलक तथा p-फलक दोनों ही अत्यधिक अपमिश्रित होते हैं। उच्च अपमिश्रण घनत्वों के कारण, ह्रासी स्तर संधि की चौड़ाई कम होती है। चूंकि संधि की चौड़ाई

कम (अर्थात् 10^{-7}m से कम) है, अल्प वोल्टता ही इसके सिरों की बीच अति उच्च क्षेत्र उत्पन्न कर सकती है। यह उच्च संधि क्षेत्र, संयोजकता बैंड से एक इलेक्ट्रॉन ले सकता है जो पतले ह्रासी स्तर से होते हुए n-फलक में जाने के लिए रास्ता बना सकता है। एक निश्चित क्रांतिक क्षेत्र (~ 10^6 V/m) अथवा अनुप्रयुक्त वोल्टता V_Z के पश्चात् इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की इस प्रकार की प्रक्रिया को आंतरिक क्षेत्र उत्सर्जन कहते हैं, जिसके कारण एक उच्च प्रतीप धारा अथवा भंग वोल्टता उत्पन्न होती है। इस भंग को ज़ेनर भंग कहते हैं तथा जिस वोल्टता पर यह होता है उसे ज़ेनर वोल्टता कहते हैं। ज़ेनर वोल्टता पर प्रतीप धारा को ज़ेनर धारा कहते हैं।

चित्र E 17.1 ज़ेनर डायोड अभिलाक्षणिक वक्र

भंग की यही प्रकृति यह संकेत देती है कि भंग के पश्चात् किसी ज़ेनर डायोड का आदर्श *V-I* अभिलाक्षणिक (जिसे चित्र E 17.1 में व्यवस्थात्मक रूप से दर्शाया गया है) धारा-अक्ष के समांतर गमन करेगा जिससे यह संकेत मिलता है कि वोल्टता में थोड़ा-सा परिवर्तन करने पर धारा में लगभग अनंत अथवा अत्यधिक बड़ा परिवर्तन होगा। अब आप समझ गए होंगे कि हमने इसी को पहले 'भंग' क्यों कहा था। तथापि, डायोड से इतनी अधिक मात्रा में धारा प्रवाहित होने से एक खतरा यह है कि इससे यह अत्यधिक तप्त हो जा सकता है। डायोड की इस क्षति से सुरक्षा के लिए, सामान्यत: व्यावहारिक परिपथों में हम ज़ेनर डायोड के साथ एक प्रतिरोध जिसे सुरक्षात्मक प्रतिरोध (R_p)कहते हैं, संयोजित कर देते हैं। यह उस अधिकतम धारा को सीमित कर देता है जो डायोड से निरंतर प्रवाहित हो सकती है।

चित्र E 17.2 ज़ेनर डायोड का अभिलाक्षणिक वक्र बनाने के लिए परिपथ

व्यावहारिक परिपथों में संयोजित किए जाने वाले सुरक्षात्मक प्रतिरोध का सन्निकट मान प्राप्त करने की सरल विधि का वर्णन नीचे दिया गया है:

मान लीजिए हमें V_Z=10V सहित IN 758 ज़ेनर डायोड दिया गया है। यह डायोड अधिकतम 0.4 W का शक्ति क्षय सहन कर सकता है (उत्पादक द्वारा दिए गए अनुमतांक के अनुसार)। अब हम सुरक्षात्मक प्रतिरोध R_p एवं ज़ेनर भंग वोल्टता के बीच सरल संबंध ज्ञात कर सकते हैं।

एक ज़ेनर डायोड जिसकी ज़ेनर वोल्टता V_Z तथा शक्ति क्षय दर P_Z है, किसी विभव विभाजन व्यवस्था के साथ इस प्रकार संयोजित है कि इसके सिरों पर अधिकतम वोल्टता V_Z है (चित्र E 17.2)। यदि ज़ेनर डायोड के सिरों के बीच विभवपात V_Z है तथा शेष विभवपात सुरक्षात्मक प्रतिरोध के सिरों के बीच होता है, तो

24/04/2018

$$V = V_Z + I_Z R_P$$

चूंकि $$I_Z = \frac{P_Z}{V_Z} \qquad \text{(E 17.1)}$$

$$V = V_Z + \frac{P_Z}{V_Z} R_P$$

तथा $$R_P = \frac{(V-V_Z)V_Z}{P_Z} \qquad \text{(E 17.2)}$$

अत: एक प्रतिरोधक, $R_p = \frac{(15-10)10}{0.4} = 125\,\Omega$ मान वाला, ज़ेनर डायोड IN 758, को नष्ट होने से बचाने के लिये उसके श्रेणी क्रम में लगाना चाहिए।

कार्यविधि

1. दिए गए वोल्टमीटर तथा माइक्रोऐमीटर के अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. अनुप्रयुक्त शून्य वोल्टता पर वोल्टमीटर एवं माइक्रोऐमीटर के पाठ्यांक शून्य होने चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो मीटरों के आरंभिक पाठ्यांक उचित प्रकार से संशोधित कीजिए।
3. रेगमाल से सभी संयोजक तारों के दोनों सिरों को साफ कीजिए तथा परिपथ व्यवस्था (चित्र E 17.2) के अनुसार संयोजक तारों द्वारा विभिन्न अवयवों को संयोजित कीजिए। यह सावधानी बरतिए कि ज़ेनर डायोड पश्चदिशिक बायस विधा में हो, तथा वोल्टमीटर एवं माइक्रोमीटर के धन टर्मिनल विद्युत प्रदाय के उच्च विभव वाले सिरे से संयोजित हों।
4. यह सुनिश्चित कीजिए कि ज़ेनर डायोड से, जिसके श्रेणी क्रम में एक सुरक्षात्मक प्रतिरोध जुड़ा है। माइक्रोऐमीटर श्रेणी क्रम में संयोजित है तथा वोल्टमीटर ज़ेनर डायोड से पार्श्व क्रम में संयोजित हो।
5. विद्युत प्रदाय का स्विच 'ऑन' कीजिए।
6. कुछ प्रतीप बायस वोल्टता (V_r) अनुप्रयुक्त करने के लिए विभव विभाजक के संपर्क बिंदु को सरकाइए। निम्न पश्चदिशिक बायस के लिए, धारा उपेक्षणीय कम, अर्थात् 10^{-8} A से 10^{-10} A कोटि की होती है और इसलिए मिलीऐमीटर अथवा माइक्रोऐमीटर में यह आपको शून्य पाठ्यांक देती प्रतीत हो सकती है।
7. ज़ेनर डायोड के सिरों पर धीरे-धीरे चरणों में विभवांतर में वृद्धि करते हुए प्रतीप बायस वोल्टता (V_r) नोट कीजिए तथा तदनुरूपी प्रतीप धारा I_r को माइक्रोमीटर के पाठ्यांक से भी नोट कीजिए। यह सावधानी बरतिए कि पश्चदिशिक वोल्टता V_r में 0. 1 V के चरणों में ही वृद्धि की जानी है।

प्रेक्षण

1. वोल्टमीटर का परिसर = ...V से ...V तक
2. वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ...V
3. माइक्रोऐमीटर का परिसर = ...μA से ...μA तक
4. माइक्रोऐमीटर का अल्पतमांक = ...μA
5. उपयोग किया गया डायोड (संख्या) = ...
6. सुरक्षात्मक प्रतिरोध R_p परिकलित करने के लिए निम्नलिखित आंकड़े चाहिए।

ज़ेनर डायोड की अधिकतम अनुमत शक्ति (शक्ति अनुमतांक), उत्पादक द्वारा विनिर्दिष्ट P_z= ...W

ज़ेनर डायोड की अधिकतम अनुमत वोल्टता (वोल्टता अनुमतांक), उत्पादक द्वारा विनिर्दिष्ट V_z= ...V

ज़ेनर डायोड के श्रेणी क्रम में प्रयुक्त होने वाले सुरक्षात्मक प्रतिरोध का मान R_p=...V (समीकरण 17.2 से)

7. माइक्रोएमीटर और वोल्टमीटर के पाठ्यांकों को तालिका E 17.1 में नोट कीजिये।

तालिका E 17.1: ज़ेनर डायोड के सिरों पर प्रतीप वोल्टता V_r के साथ प्रतीप धारा I_r में परिवर्तन

क्रमांक	ज़ेनर डायोड के लिये	
	वोल्टमीटर का पाठ्यांक V_r (V)	माइक्रोऐमीटर का पाठ्यांक I_r (μA)
1		
2		
--		
10		

ग्राफ़ आलेखन

(i) तालिका E 17.1 में दिए गए वोल्टमीटर पाठ्यांकों तथा संगत माइक्रोमीटर पाठ्यांकों का उपयोग करके प्रतीप वोल्टता V_r को x-अक्ष तथा प्रतीप धारा I_r को y-अक्ष के अनुदिश लेकर V_r तथा I_c के बीच ग्राफ आलेखित कीजिए।

(ii) $V_r - I_r$ ग्राफ़ की प्रकृति पर चर्चा एवं इसकी व्याख्या कीजिए।

(iii) $V_r - I_r$ ग्राफ़ से भंग वोल्टता का मान नोट कीजिए।

परिणाम

ग्राफ़ से ज़ेनर डायोड की भंग वोल्टता, V_Z =...V

सावधानियाँ

1. संयोजक तारों के सिरों को रेगमाल से भली-भांति साफ करना चाहिए।
2. वोल्टमीटर तथा माइक्रोऐमीटर के शून्य पाठ्यांकों को उचित रूप से परीक्षण करना चाहिए।

परिचर्चा

1. आदर्श रूप में, भंग (ब्रेकडाउन) के पश्चात् धारा I_r अत्यधिक बड़ी हो जानी चाहिए। क्या आपके प्रकरण में ऐसा होता है? यदि ऐसा नहीं होता और आप यह पाते हैं कि धारा में तीव्रता से वृद्धि तो होती है परंतु यह अनंत नहीं है, तो इसका कारण सोचिए। क्या परिपथ में सुरक्षात्मक प्रतिरोध अथवा अन्य किसी संपर्क प्रतिरोध की इस प्रकरण में कोई भूमिका होती है?
2. वैद्युत अवयवों की पुस्तिका से ऐसे ज़ेनर डायोडों की भंग वोल्टताएँ नोट कीजिए जिनका उपयोग किसी परिपथ में विभिन्न वोल्टताओं के लिए किया जा सके।
3. वोल्टता नियंत्रण में ज़ेनर डायोड की भूमिका पर परिचर्चा कीजिए।

स्व-मूल्यांकन

1. ज़ेनर डायोड का सिद्धांत क्या है?
2. प्रतीप विद्युतधारा किस प्रकार प्राप्त होती है?
3. ज़ेनर भंग की स्थिति में क्या होता है?
4. आंतरिक क्षेत्र उत्सर्जन से क्या तात्पर्य है?
5. ज़ेनर डायोड का उपयोग वोल्टेज नियंत्रक के रूप में आप कैसे करेंगे?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

विभिन्न कोड नंबरों के ज़ेनर डायोड लेकर प्रयोग को दोहराइये। क्या आप इनके प्रतीप भंग वोल्टताओं में कोई अंतर पाते हैं?

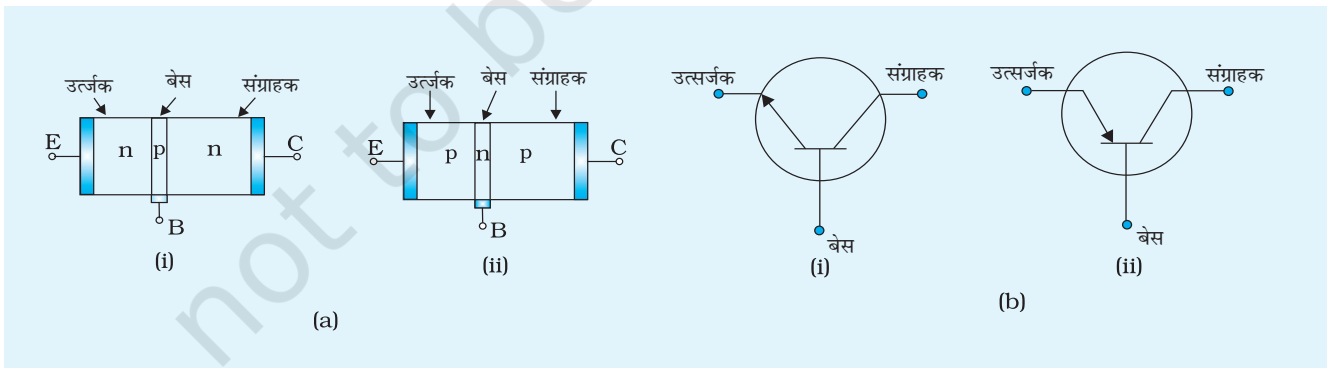
उद्देश्य

उभयनिष्ठ उत्सर्जक n-p-n (अथवा p-n-p) विन्यास वाले ट्रांजिस्टर के अभिलाक्षणिक का अध्ययन करना तथा धारा एवं वोल्टता लब्धि के मानों को ज्ञात करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

ट्रांजिस्टर (BC 147 अथवा BC 177 अथवा AC 128), माइक्रोऐमीटर (0–100 μA), मिलीऐमीटर (0–20 mA), उच्च प्रतिरोध धारा नियंत्रक–दो, 100 kΩ कार्बन प्रतिरोधक, dc विद्युत प्रदाय–2 क्रमश: निवेश (0–3 V) एवं निर्गत (0–15 V) दोनों को वोल्टता प्रदान करने के लिए, एक दिशिक कुंजियां–दो तथा संयोजक तारें।

सिद्धांत

n-p-n ट्रांजिस्टर Ge अथवा Si जैसे अर्धचालक द्वारा इस प्रकार बना होता कि इसमें दो *n*-प्रकार की परतों के बीच में एक पतली p-प्रकार की परत होती है। p-n-p ट्रांजिस्टर में दो p-प्रकार की परतों के बीच एक n-प्रकार की पतली परत होती है। n-p-n एवं p-n-p

चित्र ***E 18.1*** *(a) n-p-n एवं and p-n-p ट्रांजिस्टरों का व्यवस्थात्मक निरूपण (b) परिपथ प्रतीकों सहित।*

ट्रांजिस्टरों के परिपथ प्रतीकों और व्यवस्थात्मक आरेखों को चित्र E 18.1 (a) व (b) में दर्शाया गया है।

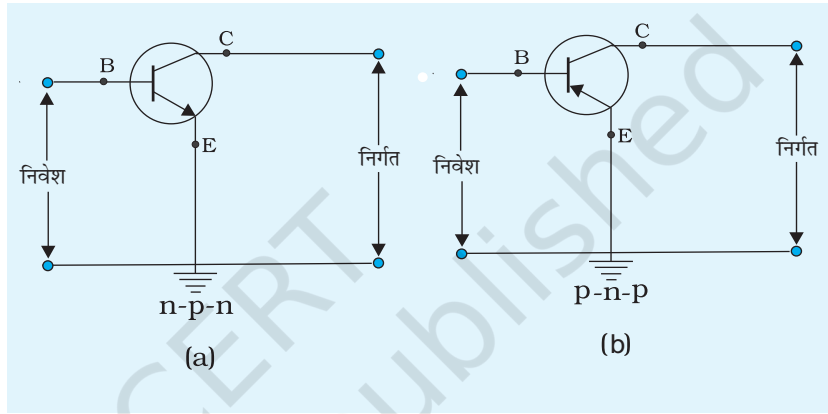
ट्रांजिस्टर के मध्य भाग को बेस कहते हैं। यह बहुत पतला तथा अल्प मादित (अपमिश्रित) होता है। उत्सर्जक मध्यम साइज़ का व अत्यधिक मादित होता है। संग्राही साधारण मादित तथा इसका साइज़ उत्सर्जक की तुलना में बड़ा होता है। जब किसी ट्रांजिस्टर को परिपथ में संयोजित करना होता है तो निवेश तथा निर्गत के बीच इसके किसी एक टर्मिनल को उभयनिष्ठ रखा जाता है। इस प्रकार तीन संभावित परिपथ विन्यास हो सकते हैं:

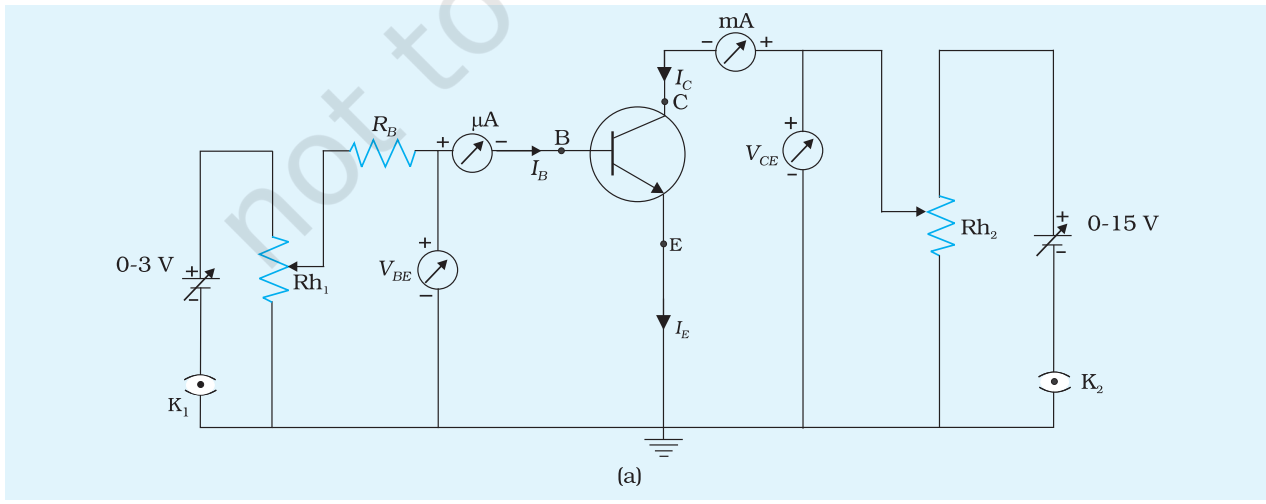
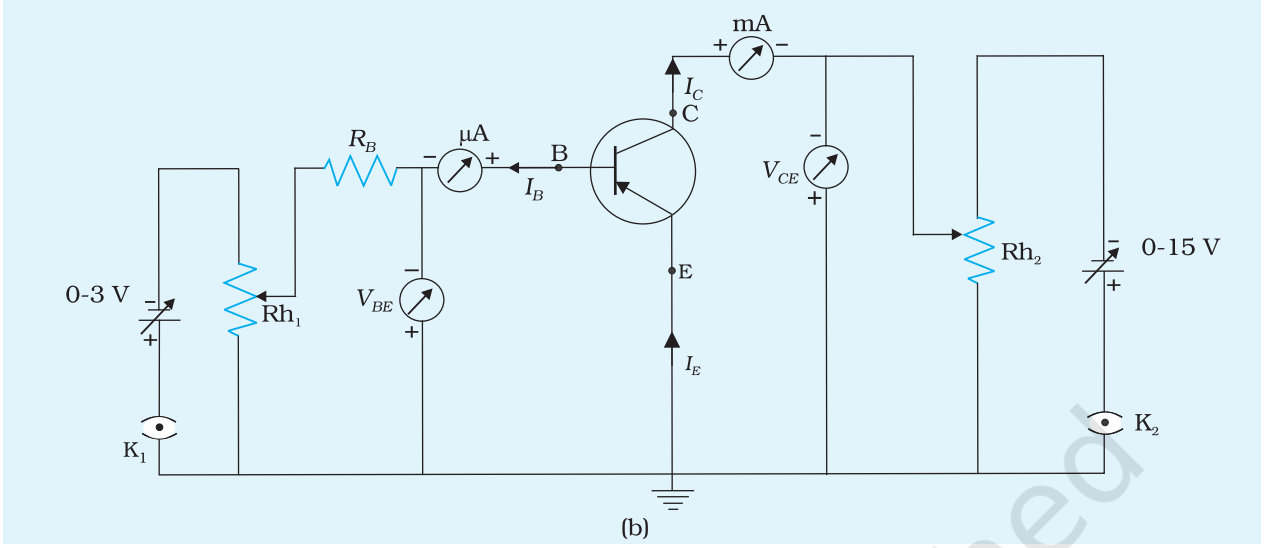
(i) उभयनिष्ठ उत्सर्जक (CE) विन्यास,

(ii) उभयनिष्ठ बेस (CB) विन्यास और

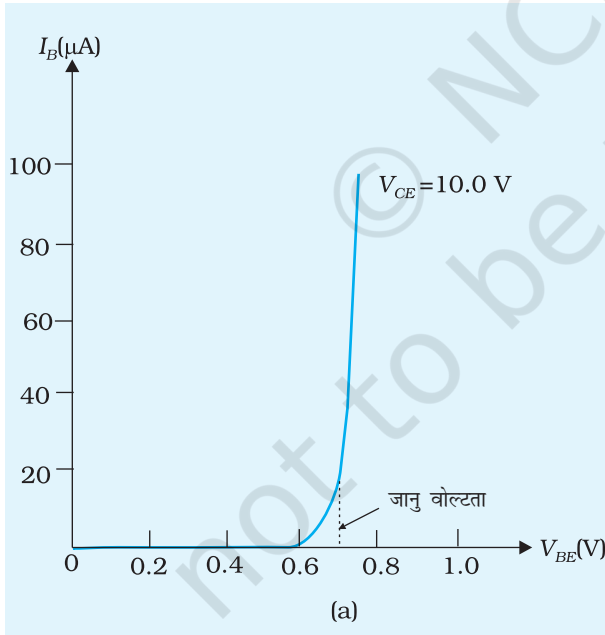
(iii) उभयनिष्ठ संग्राही (CC) विन्यास

CE विन्यास

जब ट्रांजिस्टर का उपयोग CE विन्यास में किया जाता है तो निवेश का संभरण बेस-उत्सर्जक टर्मिनलों के बीच किया जाता है तथा निर्गत को संग्राही-उत्सर्जक टर्मिनलों के बीच प्राप्त किया जाता है, जैसा कि चित्र E 18.2 (a) तथा (b) में दर्शाया गया है।

चित्र E 18.2 *(a) n-p-n ट्रांजिस्टर एवं (b) p-n-p ट्रांजिस्टर में CE विन्यास में निवेश का संभरण बेस तथा उत्सर्जक टर्मिनलों के बीच किया जाता है तथा निर्गत भाग को संग्राही तथा उत्सर्जक टर्मिनलों के बीच प्राप्त किया जाता है।*

ट्रांजिस्टर के उस अभिलाक्षणिक को जिसमें उत्सर्जक को उभयनिष्ठ टर्मिनल के रूप में लेकर भूसंपर्कित करते हैं, बेस निवेश टर्मिनल के रूप में तथा संग्राही को निर्गत टर्मिनल के रूप में रखते हैं, उभयनिष्ठ उत्सर्जक अभिलाक्षणिक कहते हैं। चित्र E 18.3 में क्रमशः n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों के

चित्र ***E 18.3*** *CE अभिविन्यास में (a)* n-p-n *ट्रांजिस्टर (b)* p-p-n *के अभिलाक्षणिकों के अध्ययन के लिए परिपथ आरेख*

उभयनिष्ठ उत्सर्जक अभिलक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ आरेख दर्शाए गए हैं। CE अभिलक्षणिकों के तीन प्रकार होते हैं–

(I) निवेश अभिलाक्षणिक

चित्र ***E 18.4 (a)*** *ट्रांजिस्टर के CE विन्यास में प्ररूपी निवेश अभिलाक्षणिक*

निर्गत वोल्टता V_{CE} को नियत रखते हुए निवेश वोल्टता V_{BE} में परिवर्तन के साथ निवेश धारा I_B में परिवर्तन को निवेश अभिलाक्षणिक कहते हैं। जब तक कि निवेश वोल्टता V_{BE} जानु वोल्टता (knee voltage) से कम होती है, धारा कम प्रवाहित होती है तथा इससे अधिक होने पर धारा I_B में वृद्धि होती है [चित्र E 18.4 (a)]।

इस प्रकार, निवेश प्रतिरोध r_i की परिभाषा इस प्रकार की जाती है- यह नियत संग्राही-उत्सर्जक वोल्टता (V_{CE}) पर बेस-उत्सर्जक वोल्टता में परिवर्तन (ΔV_{BE}) और बेस धारा में परिणामी परिवर्तन (ΔI_B) का अनुपात होता है। साथ ही इसे निवेश अभिलाक्षणिक वक्र के किसी नियत बिंदु पर प्रवणता के व्युत्क्रम रूप में भी परिभाषित किया जाता है, अर्थात्

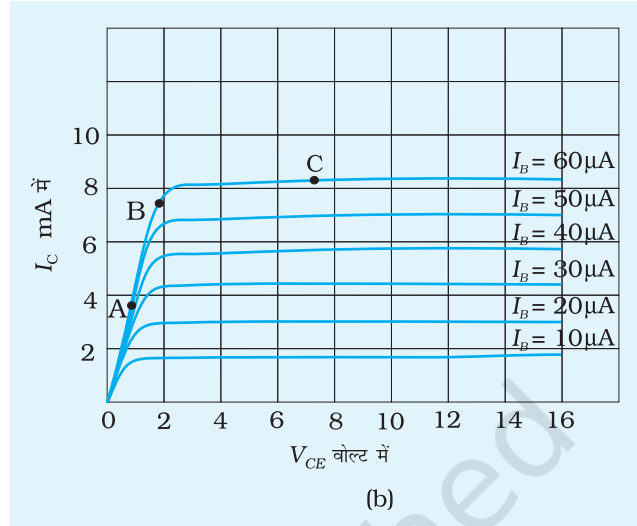
$$r_i = \left.\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right|_{V_{CE}=\text{नियतांक}} \quad \text{(E 18.1)}$$

r_i का मान कुछ सौ ओम की कोटि का होता है।

(II) निर्गत अभिलाक्षणिक

निवेश धारा I_B के विभिन्न मानों के लिए निर्गत वोल्टता V_{CE} में परिवर्तन के साथ निर्गत संग्राही

धारा I_C में परिवर्तन को निर्गत अभिलाक्षणिक कहते हैं [चित्र 18.4(b)]। निवेश धारा I_B का मान अधिक हो तो किसी दी गई निर्गत वोल्टता V_{CE} के लिए निर्गत धारा I_C का मान भी अधिक होता है।

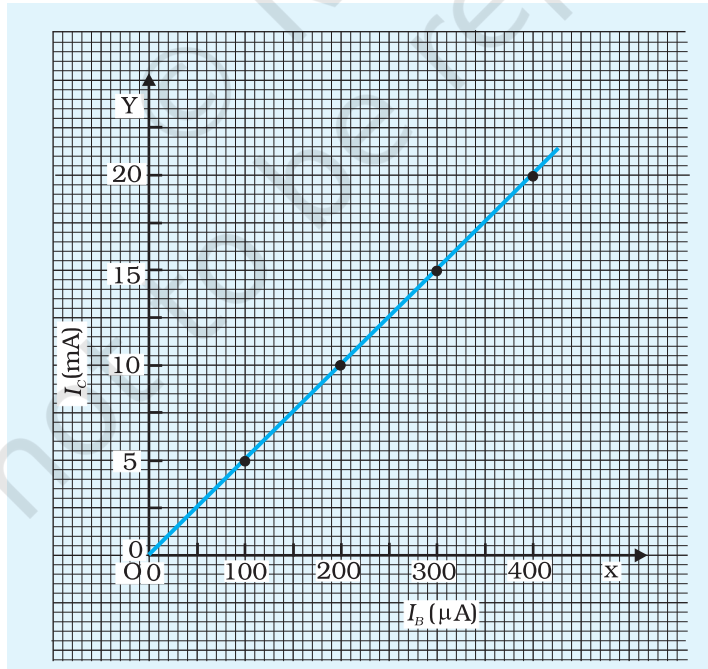
निर्गत प्रतिरोध r_o को नियत बेस धारा I_B पर संग्राही-उत्सर्जक वोल्टता में परिवर्तन (ΔV_{CE}) और संग्राही-धारा में परिवर्तन (ΔI_C) के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है। साथ ही इसे निर्गत अभिलाक्षणिक वक्र के किसी नियत बिंदु पर प्रवणता के व्युत्क्रम रूप में भी परिभाषित किया जाता है, अर्थात्

चित्र E 18.4 (b) *CE विन्यास में ट्रांजिस्टर के प्रारूपी निर्गत अभिलाक्षणिक*

(E 18.2)

$$r_0 = \left.\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right|_{I_B = \text{नियतांक}}$$

r_o के मान 50 से 100 kΩ की कोटि के होते हैं।

(III) अंतरण अभिलाक्षणिक

नियत निर्गत वोल्टता (V_{CE}) पर निवेश बेस धारा I_B में परिवर्तन के साथ निर्गत संग्राही धारा I_C में परिवर्तन को अंतरण अभिलाक्षणिक कहते हैं (चित्र E 18.4 c)। इस प्रकार

चित्र E 18.4 (c) *CE विन्यास में ट्रांजिस्टर के प्ररूपी अंतरण अभिलाक्षणिक*

धारा प्रवर्धक गुणांक β को नियत संग्राही-उत्सर्जक वोल्टता V_{CE} पर संग्राही धारा में परिवर्तन (ΔI_C) और बेस धारा में परिणामी परिवर्तन (ΔI_B) के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

(E 18.3)

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}=\text{नियतांक}}$$

इसे अग्रधारा लब्धि भी कहते हैं।

वोल्टता लब्धि- यदि उत्सर्जक बेस पर वोल्टता में अल्प परिवर्तन ΔV_i के लिए संग्राहक पर निर्गत वोल्टता में अल्प परिवर्तन ΔV_0 है तो

वोल्टता लब्धि

(E 18.4)

$$A_V = \frac{\Delta V_0}{\Delta V_i} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\frac{r_0}{r_i} \quad ; \; A_V = \beta\frac{r_0}{r_i}$$

कार्यविधि

1. सर्वप्रथम यह जांच कीजिए कि ट्रांजिस्टर n-p-n है अथवा p-n-p है।
2. परिपथ को चित्र E 18.3 में दर्शाए अनुसार संयोजित कीजिए (ध्यान रहे, बेस-उत्सर्जक संधि अग्रदिशिक बायसित तथा संग्राही-बेस संधि पश्चदिशिक बायसित हो। उदाहरण के लिए, n-p-n ट्रांजिस्टर में बेस को उत्सर्जक के सापेक्ष धनात्मक वोल्टता प्रदान करनी है। साथ ही संग्राही को उत्सर्जक के सापेक्ष उच्च धनात्मक वोल्टता प्रदान करनी है।)
3. ट्रांजिस्टर के निवेश अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए, संग्राही-उत्सर्जक वोल्टता V_{CE} को नियत रखिए। सर्वप्रथम V_{CE} = 0 V समायोजित कीजिए और बेस-उत्सर्जक वोल्टता V_{BE} को 0.1 V के चरणों मे परिवर्तित कीजिए तथा V_{BE} के प्रत्येक मान के लिए बेस धारा I_B नोट कीजिए।
4. V_{CE} को तीन विभिन्न मानों पर नियत करके चरण 3 को दोहराइए। आप यह पाएंगे कि कई प्रेक्षणों तक अर्थात्, सिलिकॉन ट्रांजिस्टर के लिए V_{BE} = 0.6 से 0.7 V तक तथा जर्मेनियम ट्रांजिस्टर के लिए 0.2 से 0.3 V तक I_B निरंतर शून्य रहेगा। इसके पश्चात् इसमें धीरे-धीरे वृद्धि होगी और फिर I_B का मान माइक्रोऐमीटर के अधिकतम परिसर के 90% के लगभग होने तक यह तीव्र होगी।
5. ट्रांजिस्टर के निर्गत अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए बेस धारा को नियत रखिए जैसे 10 μA पर। V_{CE} = 0 V पर रखते हुए संग्राही धारा का मान नोट कीजिए।

   अब अत्यंत सावधानीपूर्वक अल्प चरणों में V_{CE} के मानों में वृद्धि कीजिए। I_C के संगत मानों को नोट कीजिए। (सर्वप्रथम I_C के मान में तीव्रता से वृद्धि होगी और फिर यह वृद्धि मंद होकर धारा लगभग एक नियत मान पर स्थिर हो जाएगी [चित्र E 18.4 (b)]। I_B मान वही रहना चाहिए जो पहले नोट किया था।

6. I_B के विभिन्न मानों जैसे 20 μA, 30 μA, 40 μA के लिए प्रयोग की कार्यविधि का चरण 5 दोहराइए। आप यह पाएंगे कि जब I_B में वृद्धि होती है तब I_c में भी वृद्धि हो जाती है।

प्रेक्षण

1. निवेश परिपथ में संयोजित वोल्टमीटर का परिसर = ... V से ... V तक
2. निवेश परिपथ में संयोजित वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ... V
3. निर्गत परिपथ में संयोजित वोल्टमीटर का परिसर = ... V से ... V तक
4. निर्गत परिपथ में संयोजित वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ... V
5. निवेश परिपथ में संयोजित माइक्रोऐमीटर का परिसर = ... μA से ... μA तक
6. निवेश परिपथ में संयोजित माइक्रोऐमीटर का अल्पतमांक = ... μA
7. निर्गत परिपथ में संयोजित मिलीऐमीटर का परिसर = ... mA से ... mA तक
8. निर्गत परिपथ में संयोजित मिलीऐमीटर का अल्पतमांक = ... mA
9. उपयोग किए गए ट्रांजिस्टर का विशेष विवरण = ...

तालिका E 18.1: V_{CE} के नियत मान के लिए निवेश वोल्टता V_{BE} में परिवर्तन के साथ निवेश धारा I_B में परिवर्तन

क्रमांक	निवेश वोल्टता V_{BE}	निवेश भाग I_B (μA) at			
	V_{BE} = ... V	V_{CE} = ... V	V_{CE} = ...V	V_{CE} = ...V	V_{CE} = ...V
1					
2					
--					
5					

तालिका E 18.2: I_B के नियत मान के लिए निर्गत वोल्टता V_{CE} में परिवर्तन के साथ निर्गत धारा I_C में परिवर्तन

क्रमांक	निर्गत वोल्टता V_{CE}	निवेश धारा I_C (mA) at			
	V_{CE} = ... V	I_B = ... μA	I_B = ...μA	I_B = ...μA	I_B =...μA
1					
2					
--					
5					

अंतरण अभिलाक्षणिक के लिए तालिका E 18.2 का उपयोग करके V_{CE} के एक नियत मान के लिए I_B के विभिन्न मानों के लिए तदनरूपी I_C के मानों को नोट कीजिए।

तालिका E 18.3: V_{CE} के नियत मान के लिए निवेश धारा I_B में परिवर्तन के साथ निर्गत धारा I_C में परिवर्तन

क्रमांक	निवेश धारा I_B	निर्गत धारा I_c (mA)			
	I_B = ... μA	V_{CE}= ... V	V_{CE}= ... V	V_{CE}= ... V	V_{CE}= ... V
1					
2					
--					
5					

ग्राफ़ आलेखन

(i) निवेश अभिलाक्षणिक के लिए x-अक्ष के अनुदिश V_{BE} तथा y-अक्ष के अनुदिश I_B को लेकर तालिका E 18.1 के पाठ्यांकों से V_{CE} के नियत मानों के लिए निवेश वोल्टता V_{BE} एवं निवेश धारा I_B के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए।

(ii) V_{BE} और I_B के बीच ग्राफ़ की प्रकृति पर परिचर्चा करके इसकी व्याख्या कीजिए।

(iii) निर्गत अभिलाक्षणिक के लिए x-अक्ष के अनुदिश V_{CE} तथा y-अक्ष के अनुदिश I_C को लेकर तालिका E 18.2 के पाठ्यांकों से I_B के नियतमानों के लिए निर्गत वोल्टता V_{CE} एवं निर्गत धारा I_C के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए।

(iv) V_{CE} तथा I_c के बीच ग्राफ़ की प्रकृति पर परिचर्चा करके इसकी व्याख्या कीजिए।

(v) अंतरण अभिलाक्षणिक के लिए x-अक्ष के अनुदिश I_B तथा y-अक्ष के अनुदिश I_C को लेकर तालिका E 18.3 के पाठ्यांकों से V_{CE} के नियत मानों के लिए निवेशधारा I_B तथा निर्गत धारा I_C के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए।

(vi) I_B तथा I_C के बीच ग्राफ़ की प्रकृति पर परिचर्चा करके इसकी व्याख्या कीजिए।

परिकलन

(i) निवेश अभिलाक्षणिक वक्र के तीव्र वृद्धि वाले भाग के किसी बिंदु पर एक स्पर्श रेखा खींचिए [चित्र E 18.4(a)] और इससे उस बिंदु पर वक्र की प्रवणता का व्युत्क्रम ज्ञात कीजिए। यह ट्रांजिस्टर का गतिक निवेशी प्रतिरोध प्रदान करता है।

$$r_i = \left.\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right|_{V_{CE} = \text{नियतांक}}$$

(ii) निर्गत अभिलाक्षणिक वक्र पर स्पर्श रेखाएं खींचिए (रैखिकत: वृद्धि वाले भाग A पर, घुमाव वाले बिंदु B पर तथा लगभग क्षैतिज भाग C पर) [चित्र E 18.4(b)]। प्रवणता का व्युत्क्रम मापिए जिससे प्रचालन बिंदुओं A, B तथा C पर [चित्र E 18.4(b)] गतिक निर्गत प्रतिरोध प्राप्त होगा

$$r_o = \left.\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right|_{I_B = \text{नियतांक}}$$

ध्यान दीजिए, गतिक निर्गत प्रतिरोध प्रचालन बिंदु पर निर्भर करता है।

(iii) ट्रांजिस्टर के अंतरण अभिलाक्षणिक वक्र पर प्रवणता मापिए जिससे ट्रांजिस्टर की धारा लब्धि β इस प्रकार प्राप्त होगी

$$\beta = \left.\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right|_{V_{CE} = \text{नियतांक}}$$

(iv) निवेशी प्रतिरोध r_i निर्गत प्रतिरोध r_0 तथा धारा लब्धि β के मानों को लेकर नीचे दिए गए संबंध द्वारा ट्रांजिस्टर की वोल्टता लब्धि A_V का मान परिकलित कीजिए।

$$A_V = \beta \frac{r_o}{r_i}$$

परिणाम

दिए गए ट्रांजिस्टर (...) के उभयनिष्ठ उत्सर्जक (CE) विन्यास में

1. ट्रांजिस्टर के अभिलाक्षिक आलेखित ग्राफ़ में दिखाये गये हैं।

2. V_{CE} = ... V पर निवेश प्रतिरोध = ... Ω

3. V_{BE} = ... V पर निर्गत प्रतिरोध = ... Ω

4. धारा लब्धि, β = ...

5. वोल्टता लब्धि, A_v = ...

सावधानियाँ

(i) ट्रांजिस्टर का बायसिंग करते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि ट्राजिस्टर n-p-n है अथवा p-n-p।

(ii) जब परिपथ का उपयोग नहीं हो रहा हो उस समय कुंजी को प्लग से निकाल लेना चाहिए।

परिचर्चा

1. यदि हम n-p-n ट्रांजिस्टर के स्थान पर p-n-p ट्रांजिस्टर का उपयोग करें तो अभिलाक्षणिक वक्रों में क्या कोई परिवर्तन होगा?
2. निवेश परिपथ अग्रदिशिक बायसित तथा निर्गत परिपथ पश्चदिशिक बायसित क्यों होते हैं?
3. आपने यह ध्यान दिया होगा कि गतिक निर्गत प्रतिरोध r_o, निर्गत अभिलाक्षणिक वक्र के भिन्न-भिन्न क्षेत्रों के लिए भिन्न-भिन्न होता है। इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?
4. यदि आप निवेश पर कोई निवेश प्रतिरोध जैसे 200Ω लगाए तो अभिलाक्षणिक वक्रों को CE ट्रांजिस्टर का गतिक निवेश अभिलाक्षणिक कहते हैं। परिपथ में प्रतिरोधकों का उपयोग मूल रूप से धारा को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है ताकि ट्रांजिस्टर को जलने अथवा किसी भी प्रकार से क्षतिग्रस्त होने से बचाया जा सके। यदि परिपथ में किसी प्रतिरोधक का उपयोग न करें, और प्रयोग को संपन्न करें तो अभिलाक्षणिक वक्रों को स्थैतिक निवेश अभिलाक्षणिक तथा स्थैतिक निर्गत अभिलाक्षणिक कहा जाता है। जब स्थैतिक अभिलक्षणिकों को प्राप्त करना होता है तो, ट्रांजिस्टर में अनुमत सीमा से बाहर अधिक परिमाण की धारा के प्रवाह के कारण उसमें होने वाली किसी भी प्रकार की क्षति से बचाव के लिए अतिरिक्त सावधानी बरतनी होती है।

स्व-मूल्यांकन

1. गतिक निवेशी प्रतिरोध से क्या तात्पर्य है और इसे गतिक क्यों कहते हैं?
2. CE विन्यास के लिए, $I_B = 0$ होने पर भी I_c अन्तक (कट-ऑफ) नहीं होती। CE विधा में अन्तक वोल्टता ज्ञात करने के लिए, आप I_c को घटाकर शून्य कैसे करेंगे?
3. CE विन्यास में $V_{CE} > V_{BE}$ के लिए क्या I_c किसी प्रकार से भी V_{CE} पर निर्भर नहीं करता?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

n-p-n ट्रांजिस्टर को उभयनिष्ठ बेस विन्यास में संयोजित कीजिए। अभिलाक्षणिक वक्र आलेखित कीजिए। CB तथा CE विन्यासों के निवेश एवं निर्गत अभिलाक्षणिकों की तुलना कीजिए। r_i तथा r_o के मान भी ज्ञात कीजिए।